

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Oktober 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/095788 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02M 63/02**,
47/02, 59/46

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050224

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Januar 2005 (19.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 015 744.8 31. März 2004 (31.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAGEL,
Hans-Christoph** [DE/DE]; Bruehlstr. 3, 72793 Pfullingen
(DE).

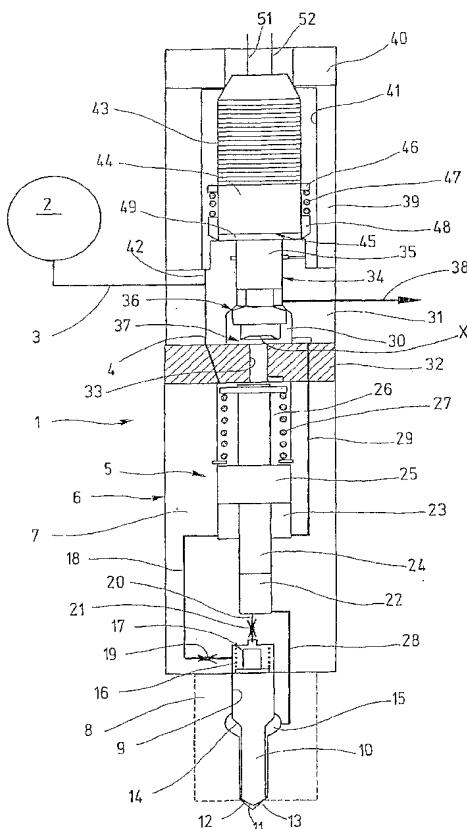
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMMON RAIL INJECTOR

(54) Bezeichnung: COMMON-RAIL-INJEKTOR



(57) **Abstract:** The invention relates to a common rail injector for injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine. Said common-rail injector comprises an injector housing (7, 8, 31, 32, 39, 40) having a fuel supply (3, 4) that communicates with a central high-pressure fuel source (2) outside the injector housing and with a pressure chamber (15) inside the injector housing from where, depending on the position of a control valve, especially a 3/2-way valve, pressurized fuel is injected. The aim of the invention is to provide an inexpensive common rail injector that is reliable even at high pressures. For this purpose, the control valve, especially the 3/2-way valve, is provided with a valve tappet (34) that reciprocates inside the injector housing between an idle position and an injection position and that is hydraulically coupled with a piezoactuator (43) that is impinged upon by the pressure from the high-pressure fuel source (2).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Common-Rail-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Injektorgehäuse (7,8,31,32,39,40), das einen Kraftstoffzulauf (3,4) aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckquelle (2) außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum (15) innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils, insbesondere eines 3/2-Wegeventils, mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird. Um einen Common-Rail-Injektor zu schaffen, der kostengünstig herstellbar ist und auch bei hohen Drücken zuverlässig arbeitet, umfasst das Steuerventil, insbesondere das 3/2-Wegeventil, einen in dem Injektorgehäuse zwischen einer Ruhestellung und einer Einspritzstellung hin und her bewegbaren Ventilkolben (34), der hydraulisch mit einem Piezoaktor (43) gekoppelt ist, der mit dem Druck aus der Kraftstoffhochdruckquelle (2) beaufschlagt ist.

WO 2005/095788 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Common-Rail-Injektor

Beschreibung

- 10 Die Erfindung betrifft einen Common-Rail-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Injektorgehäuse, das einen Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb
- 15 halb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines 3/2-Wegeventils mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird.

20

Stand der Technik

- Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 102 29 415 A1 ist ein druckübersetzter Kraftstoffinjektor bekannt, der über einen Hochdruckspeicherraum mit unter hohem Druck stehendem Kraftstoff versorgt wird. Vom Innenraum des Hochdruckspeicherraums erstreckt sich eine Zuleitung zu einem Druckübersetzer, der in den Kraftstoffinjektor integriert ist. Der
- 25 Druckübersetzer ist von einem Injektorkörper des Kraftstoffinjektors umschlossen. Der Kraftstoffinjektor umfasst ferner ein Zumessventil, das als 3/2-Wege-ventil ausgebildet ist. Das Zumessventil
- 30

- 2 -

kann sowohl als Magnetventil ausgebildet sein als auch über einen Piezoaktor betätigt werden. Daneben kann das Zumessventil auch als Servoventil oder als direkt schaltendes Ventil ausgebildet sein. Die

5 Steuerung bekannter Common-Rail-Injektoren erfolgt meist mit Servoventilen oder Magnetventilen, die teuer und toleranzempfindlich sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Common-Rail-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen

10 Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Injektorgehäuse, das einen Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einem zentralen Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druck-

15 raum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines 3/2-Wegeventils mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird, zu schaffen, der kostengünstig herstellbar ist und auch bei hohen Drü-

20 cken zuverlässig arbeitet.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe ist bei einem Common-Rail-Injektor zum

25 Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Injektorgehäuse, das einen Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle beziehungsweise einem Kraftstoffhochdruckspeicher außerhalb des In-

30 jektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils, insbesondere eines 3/2-Wegeventils, mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird,

- 3 -

dadurch gelöst, dass das Steuerventil, insbesondere das 3/2-Wegeventil, einen in dem Injektorgehäuse zwischen einer Ruhestellung und einer Einspritzstellung hin und her bewegbaren Ventilkolben umfasst, der hydraulisch mit einem Piezoaktor gekoppelt ist, der mit dem Druck aus der Kraftstoffhochdruckquelle beaufschlagt ist. Der Piezoaktor ist dabei sowohl axial wie auch radial beziehungsweise quer mit Druck beaufschlagt. Der Piezoaktor dient zur Betätigung des Ventilkolbens. Durch den Wegfall der bei Servoventilen anfallenden Steuermenge wird der Wirkungsgrad des Injektors verbessert. Die notwendige axiale Vorspannkraft für den Piezoaktor wird zumindest teilweise hydraulisch erzeugt. Dadurch müssen im Injektor keine großen Federkräfte realisiert werden, wodurch sich Bauraumvorteile und Kostenvorteile ergeben. Durch die sehr schnelle Schaltgeschwindigkeit des Ventils mit Piezoaktor kann das Toleranzverhalten des Injektors verbessert werden. Zudem wird die Kleinstmengenfähigkeit (Voreinspritzmengen) sichergestellt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet, dass das Injektorgehäuse einen mit dem Druck aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher beaufschlagten hydraulischen Kopplungsraum umfasst, über den der Piezoaktor hydraulisch mit dem Ventilkolben gekoppelt ist. An dem Piezoaktor kann zum Beispiel ein im Wesentlichen kreiszylinderförmiger Kopf aus Metall angebracht sein, dessen Stirnseite den hydraulischen Kopplungsraum begrenzt. Auf der gegenüberliegenden Seite wird der hydraulische Kopplungsraum vorzugsweise durch eine Stirnseite des Ventilkolbens begrenzt.

- 4 -

Der hydraulische Kopplungsraum dient dazu, Volumen-
ausdehnungen des Piezoaktors aufgrund von Tempera-
turschwankungen im Betrieb auszugleichen. Zusätz-
lich kann damit eine Kraft/Weg-Übersetzung zwischen
5 Piezoaktor und Ventilkolben realisiert werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des
Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet,
dass ein erstes Ende des Ventilkolbens den hydrau-
10 lischen Kopplungsraum begrenzt und ein zweites Ende
des Ventilkolbens in einen Ventilsteuerraum ragt,
der in der Einspritzstellung des Ventilkolbens mit
einem Kraftstoffrücklauf in Verbindung steht, und
der in der Ruhestellung des Ventilkolbens mit dem
15 Druck aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher beauf-
schlagt ist. Der Kraftstoffrücklauf kann zum Bei-
spiel mit einem Kraftstofftank in Verbindung stehen
und ermöglicht einen schnellen Druckabbau in dem
Ventilsteuerraum. In der Ruhestellung des Ventil-
20 kolbens wird der Injektor, zumindest teilweise,
über den Ventilsteuerraum mit Kraftstoff gefüllt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des
Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet,
25 dass an dem Ventilkolben eine erste Dichtkante, die
in der Ruhestellung des Ventilkolbens eine Verbin-
dung zwischen dem Ventilsteuerraum und dem Kraft-
stoffrücklauf unterbricht, und eine zweite Dicht-
kante ausgebildet ist, die in der Einspritzstellung
30 des Ventilkolbens eine Verbindung zwischen dem
Kraftstoffhochdruckspeicher und dem Ventilsteuer-
raum unterbricht. In der Ruhestellung des Ventil-
kolbens ist der Injektor nicht aktiviert, das
heißt, es findet keine Einspritzung statt. In der

- 5 -

Einspritzstellung des Ventilkolbens wird mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff aus dem Injektor in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

5

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet, dass an dem ersten Ende des Ventilkolbens ein Ventilkolbenführungsabschnitt ausgebildet ist, dessen
10 Durchmesser etwas kleiner als der Durchmesser der ersten Dichtkante ist. Dadurch wird in der Ruhestellung des Ventilkolbens eine kleine hydraulische Anpresskraft erzeugt, die eine dichte Anlage der ersten Dichtkante an ihrem zugehörigen Ventilsitz
15 gewährleistet, der an dem Injektorgehäuse vorgesehen sein kann.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet,
20 dass der Durchmesser der zweiten Dichtkante etwas kleiner als der Durchmesser des Ventilkolbenführungsabschnitts ist. Dadurch wird in der Einspritzstellung des Ventilkolbens eine kleine hydraulische Anpresskraft erzeugt, die eine dichte Anlage der
25 zweiten Dichtkante an ihrem zugehörigen Ventilsitz gewährleistet, der an dem Injektorgehäuse vorgesehen sein kann.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des
30 Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkolben einteilig ausgebildet ist. Die einteilige Ausführung hat den Vorteil, dass beide Dichtkanten durch den Ventilkolbenführungsabschnitt geführt werden.

- 6 -

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkolben mehrteilig, insbesondere zweiteilig, ausgebildet ist. Die mehrteilige Aus-
5 führung liefert fertigungstechnische Vorteile, besonders in Verbindung mit einem mehrteiligen Ventilkörper.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des
10 Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsteuerraum mit einem Ventili-
gliedsteuerraum in Verbindung steht. Als Ventili-
glied werden bevorzugt Düsennadeln eingesetzt, de-
15 ren Spitze mit Hilfe einer vorgespannten Düsenfeder
gegen einen entsprechend ausgebildeten Düsennadel-
sitz gedrückt wird. Wenn der Druck in dem Ven-
tilsteuerraum über das 3/2-Wegeventil abgebaut
wird, dann hebt die Spitze der Düsennadel von ihrem
20 Sitz ab und Kraftstoff wird durch Spritzlöcher in
den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Common-Rail-Injektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsteuerraum mit einem Druckverstär-
25 kersteuerraum in Verbindung steht. Der Druckver-
stärkersteuerraum dient zur Steuerung eines Druck-
verstärkerkolbens der in dem Injektorgehäuse hin
und her bewegbar aufgenommen sein kann.

30 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Er-
findung ergeben sich aus der nachfolgenden Be-
schreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeich-
nung verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfin-
dung im Einzelnen beschrieben sind.

- 7 -

Zeichnung

Es zeigen:

- 5 Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor mit einem Druckverstärker und
- 10 Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel im Längsschnitt durch den Injektor ohne Druckverstärker.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- 15 In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch einen Common-Rail-Injektor 1 dargestellt, der über einen nur schematisch angedeuteten Hochdruckspeicherraum 2 (Common-Rail) mit unter hohem Druck stehendem Kraftstoff versorgt wird. Vom Innenraum des Hoch-
- 20 druckspeicherraums 2 erstreckt sich eine Kraftstoffzuleitung 3, 4 zu einem Druckübersetzer 5, der in den Kraftstoffinjektor 1 integriert ist. Der Druckübersetzer 5 ist von einem Injektorgehäuse 6 umschlossen.

25

- Das Injektorgehäuse 6 umfasst einen Injektorkörper 7 und einen Düsenkörper 8, der eine zentrale Führungsbohrung 9 aufweist. In der Führungsbohrung 9 ist eine Düsennadel 10 hin und her bewegbar geführt. Die Düsennadel 10 weist eine Spitze 11 auf, an der eine Dichtfläche ausgebildet ist, die mit einem Dichtsitz zusammenwirkt, der an dem Düsenkörper 8 ausgebildet ist. Wenn sich die Spitze 11 der
- 30 Düsennadel 10 mit ihrer Dichtfläche in Anlage an

- 8 -

dem Dichtsitz befindet, sind mehrere Spritzlöcher 12, 13 in dem Düsenkörper 8 verschlossen. Wenn die Düsennadelspitze 11 von ihrem Sitz abhebt, wird mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff durch die
5 Spritzlöcher 12, 13 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

An der Düsennadel 10 ist eine Druckschulter 14 ausgebildet, die in einem Druckraum 15 in dem Düsenkörper 8 angeordnet ist. Die Düsennadel 10 ist durch eine Düsenfeder 16 mit ihrer Spitze 11 gegen den zugehörigen Düsennadelsitz vorgespannt. Die Düsenfeder 16 ist in einem Düsenfederraum 17 aufgenommen, der in dem Injektorkörper 7 ausgespart ist.
10 Der Düsenfederraum 17 steht über einen Verbindungskanal 18, in dem eine Drossel 19 angeordnet ist, mit einem Druckverstärkersteuerraum 23 in Verbindung. Außerdem steht der Düsenfederraum 17 über einen Verbindungskanal 20, in dem eine Drossel 21
15 vorgesehen ist, mit einem Druckverstärkerraum 22 in Verbindung.

Der Druckverstärkerraum 22 wird von einem Abschnitt einer zentralen Bohrung in dem Injektorkörper 7 gebildet, in der ein Ende 24 eines Druckverstärkerkolbens 25 hin und her bewegbar aufgenommen ist. Das Ende 24 des Druckverstärkerkolbens 25 hat die Gestalt eines Kreiszylinders, der einen kleineren Durchmesser aufweist als der anschließende Teil des
25 Druckverstärkerkolbens 25. Das andere Ende des Druckverstärkerkolbens 25 ragt in einen Druckverstärkerarbeitsraum 26, der über die Kraftstoffzufuhr 3, 4 mit dem Kraftstoffhochdruckspeicherraum 2 in Verbindung steht. In dem Druckverstärker-
30

- 9 -

arbeitsraum 26 ist eine Druckverstärkerfeder 27 angeordnet, mit deren Hilfe der Druckverstärkerkolben 25 in Richtung von der Düsenadel 10 weg vorgespannt ist.

5

Der Druckverstärkerraum 22 steht über einen Verbindungskanal 28 mit dem Druckraum 15 in dem Düsenkörper 8 in Verbindung. Der Druckverstärkersteuerraum 23 steht über einen Verbindungskanal 29 mit einem Ventilsteuerraum 30 in Verbindung, der in einem Ventilkörper 31 ausgespart ist. Zwischen dem Ventilkörper 31 und dem Injektorkörper 7 ist ein Zwischenstück 32 angeordnet, in dem ein zentraler Verbindungskanal 33 ausgespart ist. Der Verbindungskanal 33 schafft eine Verbindung zwischen Druckverstärkerarbeitsraum 26 und dem Ventilsteuerraum 30.

Der Ventilsteuerraum 30 wird von einem Abschnitt einer zentralen Bohrung gebildet, die in dem Ventilkörper 31 ausgespart ist. Der Ventilsteuerraum 30 hat einen größeren Durchmesser als der dem Zwischenstück 32 abgewandte Abschnitt der Bohrung. In der zentralen Bohrung des Ventilkörpers 31 ist ein Ventilkolben 34 hin und her bewegbar aufgenommen.

Der Ventilkolben 34 weist einen Ventilkolbenführungsabschnitt 35 auf, der in der zentralen Bohrung des Ventilkörpers 31 geführt ist. An dem dem Ventilkolbenführungsabschnitt 35 abgewandten Ende des Ventilkolbens 34 ist eine erste Dichtkante 36 ausgebildet, die an einem Dichtsitz anliegt, der an dem Ventilkörper 31 ausgebildet ist. An der dem Ventilkolbenführungsabschnitt 35 abgewandten Stirnseite des Ventilkolbens 34 ist eine zweite Dichtkante 37 ausgebildet, die an dem Zwischenstück 32

- 10 -

in Anlage kommen kann. Zwischen dem Ventilkolbenführungsabschnitt 35 und der ersten Dichtkante 36 ist in dem Ventilkörper 31 ein Rücklaufkanal 38 vorgesehen, der mit einem (nicht dargestellten) Kraftstofftank in Verbindung steht.

An den Ventilkörper 31 schließt ein Piezoaktorkörper 39 an, der durch einen Deckel 40 verschlossen ist. Der Deckel 40, der Piezoaktorkörper 39, der Ventilkörper 31, das Zwischenstück 32, der Injektorkörper 7 und der Düsenkörper 8 bilden zusammen das Injektorgehäuse 6. In dem Piezoaktorkörper 39 ist ein zentraler Piezoaktorraum 41 ausgespart, der über einen Verbindungskanal 42 mit der Kraftstoffzuleitung 3 und somit mit dem Hochdruckspeicherraum 2 in Verbindung steht. In dem mit Hochdruck beaufschlagten Piezoaktorraum 41 ist ein Piezoaktor 43 angeordnet, der einen Piezoaktorkopf 44 aus Metall mit einer freien Stirnseite 45 aufweist. An dem Piezoaktorkopf 44 ist ein Bund 46 ausgebildet. Zwischen dem Bund 46 und einer Piezoaktorhülse 48 ist eine Piezoaktorfeder 47 eingespannt. Der Piezoaktorkopf 44 ist relativ zu der Piezoaktorhülse 48 in axialer Richtung verschiebbar. An der Piezoaktorhülse 48 ist eine Dichtkante ausgebildet, die an dem Ventilkörper 31 anliegt. Im Inneren der Piezoaktorhülse 48 ist zwischen der Stirnseite 45 des Piezoaktorkopfs 44 und der freien Stirnseite des Ventilkolbenführungsabschnitts 35 des Ventilkolbens 34 ein hydraulischer Kopplungsraum 41 ausgebildet, der mit Hochdruck aus dem Hochdruckspeicherraum 2 beaufschlagt ist.

- 11 -

In Figur 1 ist der Common-Rail-Injektor 1 in seinem deaktivierten Zustand dargestellt. Der Ventilkolben 34 befindet sich in seiner Ruhestellung. Dabei befindet sich die erste Dichtkante 36 in Anlage an dem zugehörigen Dichtsitz, der an dem Ventilkörper 31 ausgebildet ist. In dem hydraulischen Kopplungsraum 49 steht Raildruck an. Das wird durch eine geeignete Auslegung der Dichtspalte sichergestellt. Die Bauteile sind im Führungsbereich beider Kopplerkolben so ausgebildet, dass sie auch von außen mit Hochdruck beaufschlagt sind. Dadurch wird eine funktionsbeeinträchtigende Aufweitung der Dichtspalte durch den Kopplerraumdruck vermieden. Alternativ könnte die Befüllung des Kopplerraumes auch durch eine entsprechend kleine Drossel erfolgen. Der Ventilsteuerraum 30 ist über die Kraftstoffzuleitungen 3, 4, den Druckverstärkerarbeitsraum 26 und den Verbindungskanal 33 ebenfalls mit dem Raildruck aus dem Hochdruckspeicherraum 2 beaufschlagt. Der Druckverstärkersteuerraum 23 ist über den Verbindungskanal 29 ebenfalls mit dem Raildruck beaufschlagt. In dem Druckverstärkerraum 22, dem Düsenfilterraum 17 und dem Druckraum 15 herrscht ebenfalls Raildruck.

Zur Aktivierung des Common-Rail-Injektors 1 wird der Piezoaktor 43 über elektrische Leitungen 51, 52 bestromt und dehnt sich aus. Die Ausdehnung des Piezoaktors 43 führt über den Piezoaktorkopf 44 zu einer Druckzunahme in dem hydraulischen Kopplungsraum 49. Diese Druckzunahme führt zu einer axialen Bewegung des Ventilkolbens 34 nach unten, das heißt zur Düsennadel 10 hin. Der Ventilkolben 34 bewegt sich dabei solange nach unten, bis die zweite

- 12 -

Dichtkante 37 an dem Zwischenstück 32 zur Anlage kommt und die Verbindung zwischen dem Verbindungs-
kanal 33 und dem Ventilsteuerraum 30 unterbricht.
Gleichzeitig hebt die erste Dichtkante 36 von ihrem
5 Dichtsitz an dem Ventilkörper 31 ab und öffnet eine
Verbindung zu dem Ventilsteuerraum 30 und dem Rück-
laufkanal 38. Der Ventilkolben 34 befindet sich
dann in seiner (nicht dargestellten) Einspritzstel-
lung. Der Ventilsteuerraum 30 wird aufgrund der
10 Verbindung mit dem Rücklaufkanal 38 druckentlastet.
Über den Verbindungskanal 29 zwischen dem Ven-
tilsteuerraum 30 und dem Druckverstärkersteuerraum
23 wird der letztgenannte ebenfalls druckentlastet.
Da der Druckverstärkerarbeitsraum 26 über die
15 Kraftstoffzuleitungen 3, 4 nach wie vor mit dem
Raildruck aus dem Hochdruckspeicherraum 2 beauf-
schlagt ist, bewegt sich der Druckverstärkerkolben
25 nach unten, das heißt zur Düsenadel 10 hin, wo-
durch der Kraftstoff in dem Druckverstärkerraum 22
20 komprimiert wird. Diese Druckerhöhung wirkt sich
über den Verbindungskanal 28 auch in dem Druckraum
15 aus. Das wiederum führt dazu, dass die Düsenna-
del 10 von ihrem Sitz abhebt und Kraftstoff einge-
spritzt wird.

25

Durch die optimierte konstruktive Auslegung mit dem
Piezoaktor 43 im Raildruck, mit dem Raildruck in
dem hydraulischen Kopplungsraum 49 und geeigneten
Druckflächen an dem Ventilkolben 34 wird eine sehr
30 einfache und kostengünstige Gesamtkonstruktion er-
reicht. Die notwendige axiale Vorspannkraft für den
Piezoaktor 43 wird hauptsächlich hydraulisch er-
zeugt. Der 3/2-Ventilkolben 34 wird direkt von dem
Piezoaktor 43 gesteuert. Der hydraulische Kopp-

- 13 -

lungsraum 49 ist zum Ausgleich von Temperatúrausdehnungen und zur Kraft/Weg-Übersetzung vorgesehen. Der Ventilkolben 34 ist nahezu vollständig druckausgeglichen ausgeführt. Dies wird dadurch erreicht, dass am Ventilkolben eine Druckfläche X ausgebildet ist, die ständig mit Hochdruck aus dem Injektorzulauf beaufschlagt ist. Dadurch wird nur eine kleine Aktorkraft zum Bewegen des Ventils notwendig und es kann ein kleiner und kostengünstiger Piezoaktor verwendet werden. Der Ventilaufbau mit dem Ventilkörper 31 und dem Zwischenstück 32 in Verbindung mit dem einteiligen Ventilkolben 34 mit Flachsitz erlaubt eine einfache Fertigbarkeit.

Der Ventilkolben 34 kann auch vollständig druckausgeglichen ausgeführt sein. In diesem Fall müssen die notwendigen Schließkräfte zur Sicherstellung der Dichtheit der Ventilsitze durch vorgespannte Federn beziehungsweise den Aktor bereitgestellt werden.

Der Ventilkolben 34 kann auch als mehrteiliger Kolbenverbund ausgeführt werden, wobei die beiden Steuerkanten in einem Bauteil und der Kolbenabschnitt, der den Kopplerraum begrenzt, in einem weiteren Bauteil angeordnet ist. Dadurch kann auch der Ventilkörper mehrteilig ausgebildet sein. Dies bietet Vorteile bei der Fertigung sehr kleiner Ventیلgeometrien.

In Figur 2 ist ein Common-Rail-Injektor 1 ohne Druckverstärker dargestellt. Der in Figur 2 dargestellte Common-Rail-Injektor 1 umfasst den gleichen Piezoaktorkörper, den gleichen Injektorkörper und

- 14 -

das gleiche Zwischenstück wie der in Figur 1 dargestellte Common-Rail-Injektor. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die vorangegangene Beschreibung der Figur 1 verwiesen. Im Folgenden wird nur auf die Unterschiede zwischen den beiden Ausführungsformen eingegangen.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Common-Rail-Injektor 1 steht der Ventilsteuerraum 30 über einen Verbindungskanal 55, in dem eine Drossel 56 angeordnet ist, mit einem Düsenadelsteuerraum 57 in Verbindung. Der Düsenadelsteuerraum 57 ist innerhalb einer Dichthülse 58 angeordnet, die mit einer Beißkante ausgestattet ist. Außerdem wird der Düsenadelsteuerraum 57 durch eine Stirnseite einer Düsenadel 59 begrenzt. An der Düsenadel 59 ist ein Bund 60 ausgebildet. Zwischen dem Bund 60 und der Dichthülse 58 ist eine Feder 61 so vorgespannt, dass die Beißkante der Dichthülse 58 gegen das Injektorgehäuse gedrückt wird. Auf der anderen Seite wird die Düsenadel 59 mit ihrer Spitze aufgrund der Vorspannkraft der Feder 61 in Anlage an dem zugehörigen Düsenadelsitz gehalten. Ein Druckraum 63 steht über Abflachungen 65, 66 mit der Düsenadelspitze in Verbindung. Außerdem steht der Druckraum 63 über einen Verbindungskanal 68 und die Kraftstoffzuleitungen 3, 4 mit dem Hochdruckspeicherraum 2 in Verbindung. Der Verbindungskanal 68 steht über einen Verbindungskanal 69 und einem Verbindungskanal 70, in dem eine Drossel 71 angeordnet ist, mit dem Düsenadelsteuerraum 57 in Verbindung.

- 15 -

- Der in Figur 2 dargestellte Common-Rail-Injektor 1 befindet sich im deaktivierten Zustand. Die erste Dichtkante 36 ist geschlossen und die zweite Dichtkante 37 ist geöffnet. In dem Kopplungsraum 49
- 5 steht Raildruck an. Der Ventilsteuerraum 30, der Düsennadelsteuerraum 57 und der Druckraum 63 stehen ebenfalls unter Raildruck. Der Ventilkolben 34 befindet sich in seiner Ruhestellung.
- 10 Zur Aktivierung des in Figur 2 dargestellten Common-Rail-Injektors 1 wird der Piezoaktor 43 bestromt und dehnt sich aus. Dies bewirkt eine Druckzunahme in dem hydraulischen Kopplungsraum 49 und dadurch eine Bewegung des Ventilkolbens 34 nach
- 15 unten. Dabei öffnet die erste Dichtkante 36 und die zweite Dichtkante 37 schließt, so dass eine Verbindung zwischen dem Ventilsteuerraum 30 und dem Rücklauf 38 freigegeben wird. Dadurch wird der Ventilsteuerraum 30 druckentlastet. Diese Druckentlastung wirkt sich über den Verbindungskanal 55 auch in
- 20 dem Düsennadelsteuerraum 51 aus, so dass die Düsen-nadel 59 mit ihrer Spitze von dem zugehörigen Sitz abhebt, wodurch Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

5

Patentansprüche

1. Common-Rail-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Injektorgehäuse (7,8,31,32,39,40), das einen Kraftstoffzulauf (3,4) aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle (2) außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum (15;63) innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils, insbesondere eines 3/2-Wegeventils, mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuerventil, insbesondere das 3/2-Wegeventil, einen in dem Injektorgehäuse zwischen einer Ruhestellung und einer Einspritzstellung hin und her bewegbaren Ventilkolben (34) umfasst, der hydraulisch mit einem Piezoaktor (43) gekoppelt ist, der mit dem Druck aus der Kraftstoffhochdruckquelle (2) beaufschlagt ist.

2. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Injektorgehäuse (7,8,31,32,39,40) einen mit dem Druck aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher beaufschlagten hydraulischen Kopplungsraum (49) umfasst, über den der Piezoaktor (43) hydraulisch mit dem Ventilkolben (34) gekoppelt ist.

- 17 -

3. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Ventilkolben (34) eine Druckfläche ausgebildet ist, die ständig mit
5 Hochdruck aus dem Kraftstoffzulauf (3) beaufschlagt ist.

4. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes Ende des Ventilkolbens (34) den hydraulischen Kopplungsraum (49) begrenzt und ein zweites Ende des Ventilkolbens (34) in einen Ventilsteuerraum (30) ragt, der in der Einspritzstellung des Ventilkolbens (34) mit einem Kraftstoffrücklauf (38) in Verbindung steht
15 und der in der Ruhestellung des Ventilkolbens (34) mit dem Druck aus dem Kraftstoffhochdruckspeicher (2) beaufschlagt ist.

5. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Ventilkolben 34 eine erste Dichtkante (36), die in der Ruhestellung des Ventilkolbens (34) eine Verbindung zwischen dem Ventilsteuerraum (30) und dem Kraftstoffrücklauf (38) unterbricht, und eine zweite Dichtkante (37)
25 ausgebildet ist, die in der Einspritzstellung des Ventilkolbens (34) eine Verbindung zwischen dem Kraftstoffhochdruckspeicher (2) und dem Ventilsteuerraum (30) unterbricht.

6. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem ersten Ende des Ventilkolbens (34) ein Ventilkolbenführungsabschnitt (35) ausgebildet ist, dessen Durchmesser etwas kleiner als der Durchmesser der ersten Dichtkante (36) ist.

- 18 -

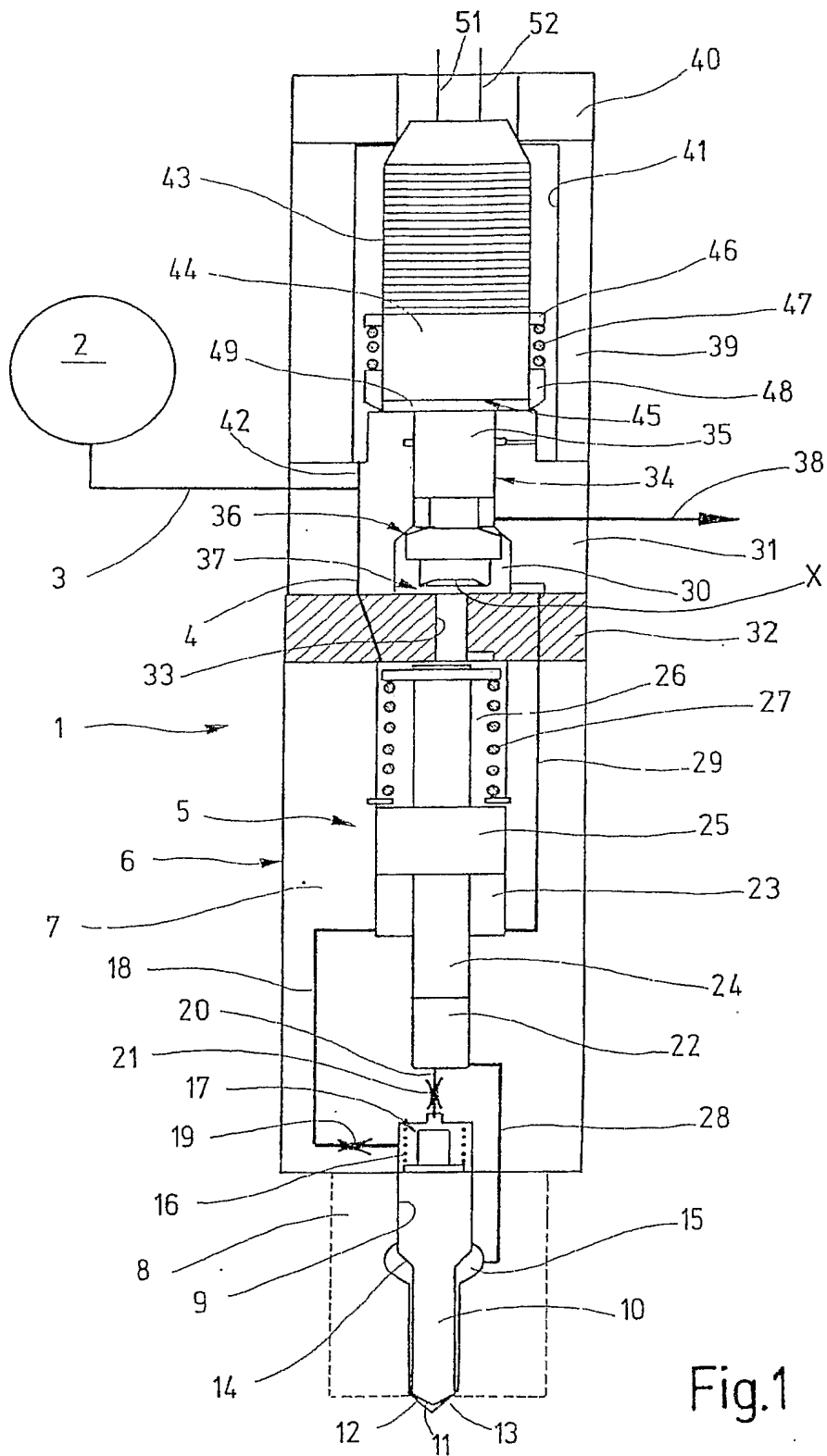
7. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser der zweiten Dichtkante (37) etwas kleiner als der Durchmesser des Ventilkolbenführungsabschnitts (35) ist.

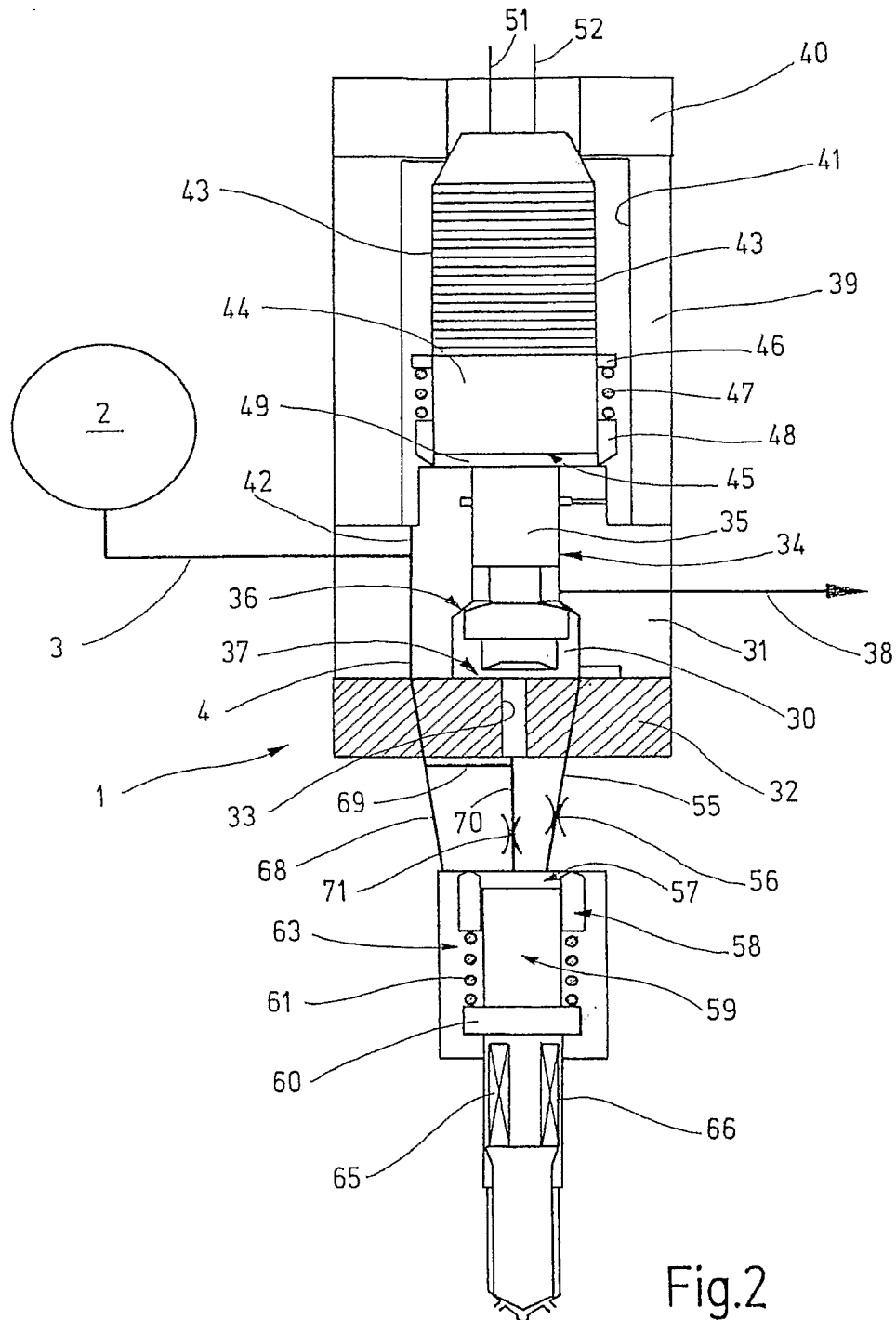
8. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilkolben (34) einteilig ausgebildet ist.

9. Common-Rail-Injektor nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilkolben (34) mehrteilig, insbesondere zweiteilig, ausgebildet ist.

10. Common-Rail-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilsteuerraum (30) mit einem Ventilgliedsteuer-
raum (57) in Verbindung steht.

11. Common-Rail-Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilsteuerraum (30) mit einem Druckverstärkersteuerraum (23) in Verbindung steht.





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/050224

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M63/02 F02M47/02 F02M59/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 420 817 B1 (RICCI-OTTATI GIULIO ANGEL ET AL) 16 July 2002 (2002-07-16) column 3, line 55 - column 4, line 32 column 5, line 4 - line 31; figures 2,3a	1
A	WO 03/064848 A (ROBERT BOSCH GMBH) 7 August 2003 (2003-08-07) the whole document	1
A	US 5 152 271 A (MATSUMURA ET AL) 6 October 1992 (1992-10-06) column 13, line 11 - line 32; figure 35	1
A	EP 1 388 666 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 11 February 2004 (2004-02-11) the whole document	1-5,8,10
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2005

Date of mailing of the international search report

27/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Landriscina, V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050224

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102 45 135 A1 (NIPPON SOKEN, INC; DENSO CORP., KARIYA) 24 April 2003 (2003-04-24) figure 3 -----	1-7,9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050224

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6420817	B1	16-07-2002	EP	1169568 A1	09-01-2002
			WO	0163121 A1	30-08-2001
WO 03064848	A	07-08-2003	DE	10203655 A1	22-01-2004
			WO	03064848 A1	07-08-2003
			EP	1472453 A1	03-11-2004
US 5152271	A	06-10-1992	JP	62170769 A	27-07-1987
			JP	62017363 A	26-01-1987
			JP	62085168 A	18-04-1987
			JP	62121860 A	03-06-1987
EP 1388666	A	11-02-2004	JP	2004068727 A	04-03-2004
			EP	1388666 A1	11-02-2004
			US	2004050954 A1	18-03-2004
DE 10245135	A1	24-04-2003	JP	2003111448 A	11-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050224

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02M63/02 F02M47/02 F02M59/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 420 817 B1 (RICCI-OTTATI GIULIO ANGEL ET AL) 16. Juli 2002 (2002-07-16) Spalte 3, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 32 Spalte 5, Zeile 4 - Zeile 31; Abbildungen 2,3a	1
A	WO 03/064848 A (ROBERT BOSCH GMBH) 7. August 2003 (2003-08-07) das ganze Dokument	1
A	US 5 152 271 A (MATSUMURA ET AL) 6. Oktober 1992 (1992-10-06) Spalte 13, Zeile 11 - Zeile 32; Abbildung 35	1
A	EP 1 388 666 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 11. Februar 2004 (2004-02-11) das ganze Dokument	1-5,8,10
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

S Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Landriscina, V

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050224

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 102 45 135 A1 (NIPPON SOKEN, INC; DENSO CORP., KARIYA) 24. April 2003 (2003-04-24) Abbildung 3 -----	1-7,9,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050224

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6420817	B1	16-07-2002	EP	1169568 A1	09-01-2002
			WO	0163121 A1	30-08-2001
WO 03064848	A	07-08-2003	DE	10203655 A1	22-01-2004
			WO	03064848 A1	07-08-2003
			EP	1472453 A1	03-11-2004
US 5152271	A	06-10-1992	JP	62170769 A	27-07-1987
			JP	62017363 A	26-01-1987
			JP	62085168 A	18-04-1987
			JP	62121860 A	03-06-1987
EP 1388666	A	11-02-2004	JP	2004068727 A	04-03-2004
			EP	1388666 A1	11-02-2004
			US	2004050954 A1	18-03-2004
DE 10245135	A1	24-04-2003	JP	2003111448 A	11-04-2003